

Radio communication system with directional stations and control centre

Patent Number: FR2727268
Publication date: 1996-05-24
Inventor(s): REMY MAURICE
Applicant(s): AUTEUIL PARTICIPATION ET CONSE (FR)
Requested Patent: FR2727268
Application Number: FR19940013970 19941122
Priority Number(s): FR19940013970 19941122
IPC Classification: H04B7/26
EC Classification: H04Q7/36B
EC Classification: H04Q7/36B
Equivalents:

RECEIVED

OCT 01 2003

Technology Center 2600

Abstract

The system includes a number of main stations (CO-C15) in a network which covers a defined geographical zone (Z) for communication with a number of e.g. mobile secondary stations (M1-M9). Each main station has transceiving antenna arrays and digital transmitters and receivers with multiplexing equipment and a computer. A central management unit determines the position of each secondary station requesting a link and selects a main station from a memorised list of predetermined links.

THIS PAGE BLANK (USPTO)

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

PARIS

①1 N° de publication :

(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

2 727 268

②1 N° d'enregistrement national :

94 13970

⑤1 Int Cl⁸ : H 04 B 7/26

⑫

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②2 Date de dépôt : 22.11.94.

③0 Priorité :

④3 Date de la mise à disposition du public de la
demande : 24.05.96 Bulletin 96/21.

⑤6 Liste des documents cités dans le rapport de
recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du
présent fascicule.*

⑥0 Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

⑦1 Demandeur(s) : AUTEUIL PARTICIPATION ET
CONSEIL SOCIÉTÉ ANONYME — FR.

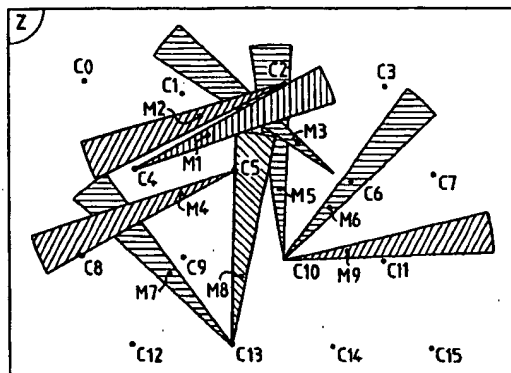
⑦2 Inventeur(s) : REMY MAURICE.

⑦3 Titulaire(s) :

⑦4 Mandataire : REGIMBEAU.

⑤4 SYSTEME DE RADIOCOMMUNICATION.

⑤7 Système de radiocommunication comportant un ré-
seau de stations principales (C) et de stations secondaires
(M). Les stations principales (C) comportent des moyens
(10, 11) d'émission et/ou de réception qui sont de type di-
rectionnel, le réseau comportant une unité de gestion (21)
des liaisons.



FR 2 727 268 - A1



D'une manière générale, l'invention s'applique aux systèmes de radiocommunications où l'on échange de l'information de toute nature par voie hertzienne entre des stations de base, généralement fixes, appelées stations principales, d'une part, et un nombre plus élevé de stations secondaires mobiles ou fixes.

Elle s'applique plus particulièrement :

- . aux systèmes de radiocommunications avec les mobiles,
- . aux systèmes de radiotéléphonie desservant des abonnés fixes par voie hertzienne,
- . aux systèmes de télévision interactive.

Dans les dispositifs mis en oeuvre aujourd'hui dans les systèmes de radiocommunications auxquels s'applique l'invention, l'émission et la réception à la station de base s'effectuent de manière omnidirectionnelle (ou omnisectorielle pour les stations dont la zone de service est limitée en azimut).

A la station secondaire, mobile ou fixe, l'émission et la réception s'effectuent également de manière omnidirectionnelle (ou faiblement directive dans le cas de stations secondaires fixes).

Lorsqu'une communication est établie entre la station principale et une station secondaire, il en résulte que la ou les fréquences utilisées, éventuellement pendant des intervalles de temps limités, pour les liaisons entre ces stations sont inutilisables pour établir une autre communication :

- . à l'intérieur de la zone de couverture de la cellule,
- . à l'extérieur de cette zone à partir d'une autre station principale du réseau jusqu'à une distance où l'affaiblissement dû à la propagation des signaux émis par la première station est tel que le rapport entre le signal désiré et le signal brouilleur noté habituellement C/I soit supérieur ou égal à celui C/I_{\min} auquel le système de radiocommunication peut

fonctionner.

Ainsi qu'illustré sur la figure 1, pour assurer cette condition, on a recours à une planification fixe des fréquences où la même fréquence F_1 est réutilisée par des stations principales (symbolisées par des carrés) situées en des points qui sont les sommets d'un maillage triangulaire. En outre, d'autres stations fonctionnant sur d'autres fréquences F_2 à F_9 sont installées entre les stations principales aux sommets dudit maillage triangulaire, afin d'assurer une couverture complète de la zone.

Un paramètre caractéristique de tels plans est le nombre n d'intervalles compris entre deux stations fonctionnant sur la même fréquence (sur la figure 1, ce nombre n est égal à 3).

Le tableau suivant indique, en fonction du rapport C/I_{\min} , le nombre de fréquences nécessaires à la couverture sans trou d'une zone suffisamment grande pour que les effets de bord puissent être négligés.

20

n	2	3	4	5	6	7
C/I_{\min} dB	6,6	11,4	14,5	16,7	18,5	20,0
F	4	9	16	25	36	49

25

Ceci a pour conséquence :

- . une mauvaise utilisation des fréquences,
- 30 . une grande rigidité du dispositif lorsqu'il s'agit d'ajouter, de supprimer ou de modifier la capacité d'une station,
- . une dissipation de puissance inutile qui contribue à l'élévation générale du bruit radioélectrique de la

Terre.

Un but de l'invention est de proposer un système de radiocommunication :

- qui, pour un nombre de fréquences donné, est d'une plus grande capacité que les systèmes utilisant une planification fixe des fréquences, et
- qui permet d'intervenir sur la capacité de son réseau de stations principales en rajoutant ou supprimant une station principale, ou en modifiant le nombre de canaux attribués à une station, sans qu'il soit nécessaire de modifier les fréquences attribuées aux autres stations principales du réseau.

On connaît déjà des systèmes de radiocommunications qui utilisent des antennes de type directionnel. Ces antennes permettent l'émission et la réception par une station principale dans des faisceaux étroits et orientables en direction de stations secondaires. On nommera dans la suite α l'angle d'ouverture maximal de ces faisceaux.

Ainsi qu'illustré sur la figure 2, lorsqu'une station principale B_1 est en communication avec une station secondaire M_1 , aucun autre mobile fonctionnant au même instant sur la même fréquence ne peut se trouver, vu depuis B_1 sous un azimut qui diffère de celui de M_1 de moins de α sauf si sa distance à B_1 est telle que le rapport C/I correspondant pour M_1 soit supérieur au seuil de fonctionnement du système.

On peut aussi, d'une manière simplifiée considérer que cette condition est remplie si cette distance est supérieure à une valeur fixe calculée en fonction des caractéristiques de propagation et de la taille des zones de service des stations, principale valeur appelée dans la suite distance de brouillage D .

De manière symétrique, si la station principale B_2 veut établir une communication sur une fréquence avec la station secondaire M_2 , elle ne doit voir aucun autre mobile à moins de α en azimut de M_2 , à moins qu'il ne soit
5 à une distance de B_2 supérieure à la distance de brouillage D .

Le système objet de l'invention permet de réutiliser au maximum les fréquences dans un réseau en veillant à ce que les deux conditions ci-dessus soient
10 remplies.

Plus particulièrement, l'invention propose un système de radiocommunication comportant un réseau de stations principales d'émission et/ou de réception couvrant une zone géographique et des stations secondaires
15 d'émission et/ou de réception avec lesquelles les stations principales sont aptes à établir une liaison radiofréquence dans ladite zone géographique, caractérisé en ce que les stations principales comportent des moyens d'émission et/ou de réception qui sont de type
20 directionnel et en ce que le réseau comporte une unité de gestion à laquelle les stations principales sont reliées, ladite unité de gestion comportant :

- des moyens permettant la détermination de la position d'une station secondaire,
- 25 - des moyens de mémorisation de la liste des liaisons en cours ou prévues sur le réseau,
- des moyens de traitement qui, lorsqu'une station secondaire demande l'établissement d'une liaison ou, lorsqu'un correspondant d'un réseau relié au système de
30 radiocommunication demande l'établissement d'une liaison avec une station secondaire, déterminent, en fonction de la position de cette station secondaire fournie par les moyens de détermination de position, la liste des stations principales qui desservent ladite station

secondaire,

puis choisissent dans cette liste une station principale
présentant une fréquence disponible telle que la liaison
à cette fréquence entre la station secondaire et cette
station principale ne serait pas perturbée par les
différentes liaisons en cours ou prévues sur le réseau
et réciproquement,

- des moyens pour commander l'établissement d'une liaison
à cette fréquence entre la station principale et la
station secondaire.

D'autres caractéristiques et avantages
ressortiront encore de la description qui suit. Cette
description est purement illustrative et non limitative.
Elle doit être lue en regard des dessins annexés sur
lesquels :

. la figure 1, déjà analysée, illustre un maillage
de fréquences de type triangulaire, tel que mis en oeuvre
dans des réseaux de communication de l'art antérieur ;

. la figure 2, également déjà analysée, illustre
les conditions de coexistence entre deux communications
directionnelles ;

. la figure 3 illustre la mise en oeuvre du
système conforme à l'invention, dans une zone géographique
déterminée ;

. la figure 4 représente l'architecture de
l'équipement d'une station principale ;

. la figure 5 illustre l'architecture des moyens
mis en oeuvre pour couvrir la zone géographique de la
figure 3 ;

. la figure 6 est une représentation schématique
illustrant la réception et l'émission au niveau d'une
station principale ;

. la figure 7 et la figure 8 sont des schémas-
blocs illustrant les différentes étapes de traitement que
réalise le système conforme à l'invention.

Le système de communication dont la mise en oeuvre est illustrée sur la figure 3 comporte une pluralité de stations principales, référencées de C_0 à C_{15} . Ces stations C_0 à C_{15} constituent un réseau couvrant une zone géographique Z déterminée. Elles permettent la communication avec une pluralité de stations secondaires M_1 à M_9 , qui sont par exemple mobiles. Dans la suite du texte, les stations principales sont référencées de façon générale par C , les stations secondaires par M .

10 Par rapport au système de communication à stations principales et secondaires classiquement connues, le système objet de l'invention comprend en outre :

- . d'une part, un équipement complémentaire 1 d'émission et de réception pour les stations principales C (Fig. 4),
- 15 . d'autre part, un équipement 2 (Fig. 5) commun à l'ensemble des stations principales C desservant des zones géographiques contiguës afin d'assurer ensemble la couverture continue de la zone Z .

Aucun équipement complémentaire n'est nécessaire
20 dans les stations secondaires M .

L'équipement complémentaire d'une station principale C se compose, ainsi qu'illustré sur la figure 4 :

- . d'un réseau d'antennes de réception 10,
- 25 . d'un réseau d'antennes d'émission 11
(représentés sur la figure 5 d'une manière non limitative par des réseaux à 7 éléments ou brins),
- . d'un ensemble de récepteurs 12 à sorties numériques, reliés par l'intermédiaire de préamplificateurs 12a aux
30 antennes de réception 10,
- . d'un ensemble d'émetteurs 13 à entrées numériques,
- . de dispositifs de multiplexage et de multiplexage matriciel 14 et 15 fonctionnant l'un à la réception, l'autre à l'émission,
- 35 . d'un calculateur 16 relié :

- à chacun des récepteurs 12 à sorties numériques,
- à chacun des dispositifs 14 et 15,
- à l'équipement 2.

5 Dans certaines applications, les réseaux d'antennes d'émission et de réception peuvent être remplacés par un réseau unique complété par un filtre passif séparant les fréquences d'émission et de réception.

10 Sur la figure 5, on voit que l'équipement 2 commun à l'ensemble des stations principales C desservant la zone géographique Z consiste essentiellement :

- en un calculateur 21 appelé "calculateur de zone" relié au travers de modems par des liaisons de données L à chacune des stations principales C,
 - ainsi qu'en un centre 22 de gestion relié par une liaison de données, également référencée par L, au
- 15 calculateur 21.

Les réseaux d'antennes 10 et 11 d'une station principale C et les équipements qui leur sont associés, permettent :

- 20 . d'une part, d'émettre vers et de recevoir des seules stations secondaires M avec lesquelles la station principale C souhaite établir une liaison,
 - . d'autre part, d'annuler la réception ou l'émission en directions de stations secondaires M que l'on désire ne
- 25 pas brouiller ou dont on souhaite n'être pas brouillé.

Ils fonctionnent selon un principe de multiplexage/démultiplexage bien connu en radiocommunications.

30 La détection directionnelle que réalise un tel réseau d'antennes utilise le principe suivant : dans l'espace vectoriel à n dimensions engendré par les signaux complexes reçus par chacun des éléments du réseau d'antennes, en l'absence de bruit, une source radioélectrique ponctuelle fixe est caractérisée par un

35 vecteur de direction fixe, quelles que soient l'amplitude

et la phase du signal rayonné (dans l'hypothèse où il s'agit d'un signal à faible bande vis-à-vis de la fréquence d'émission).

En effet :

5 si $x(t) = z(t)e^{j\omega t}$ est le signal émis par une source X située à la distance d du premier élément du réseau dans l'azimut θ par rapport à l'axe A du réseau d'antennes,

si par ailleurs, le gain complexe de chacun des éléments du réseau, supposés identiques et distants de $\lambda/2$, est $a(\theta)$,

le signal $S_n(t)$ délivré par l'élément n du réseau est :

$$s_n(t) = x(t - (d + n\tau/c))a(\theta) = z(t - (d + n\tau/c))e^{j\omega(t - (d + n\tau/c))}a(\theta)$$

$$s_n(t) = z(t - (d + n\tau/c))e^{j\omega(t - d/c)}e^{-jn\omega(\tau/c)}a(\theta) =$$

$$z(t - d + n\tau/c)e^{j\omega(t - d/c)}e^{-jn\pi\sin\theta}$$

15 ou $\tau = (\lambda/2)\sin\theta$

$z(t)$ étant à bande étroite entraîne :

$$z(t - (d + n\tau/c)) \approx z(t - d/c) \text{ et } z(t - (d + n\tau/c))e^{j\omega(t - d/c)} \approx x(t - d/c)$$

$$\text{d'où} \quad s_n(t) \approx x(t - d/c)a(\theta)e^{-jn\pi\sin\theta}$$

et le vecteur

$$20 \quad s(t) = [s_0(t) \ s_1(t) \ s_2(t) \ s_3(t) \ s_4(t) \ s_5(t) \ s_6(t)]$$

qui s'écrit:

$$s(t) = x(t - d/c)a(\theta) [1 \ e^{-j\pi\sin\theta} \ e^{-2j\pi\sin\theta} \ e^{-3j\pi\sin\theta} \\ e^{-4j\pi\sin\theta} \ e^{-5j\pi\sin\theta} \ e^{-6j\pi\sin\theta}]$$

25 conserve une direction fixe, indépendante de l'amplitude et de la phase du signal $x(t)$ et fonction du seul azimut θ .

Si maintenant l'on suppose que plusieurs sources $X_0, X_1, \dots, X_i, \dots, X_{n-1}$ ($n < M$ pour un réseau à M éléments) situées en des directions distinctes sont présentes

simultanément, le vecteur représentant le signal global reçu, appartient au sous espace vectoriel engendré par les vecteurs unitaires portés par chacune des directions définies ci-dessus pour chacune des sources supposée
5 isolée.

En effet, si

$$u_i = a(\theta_i) | 1 e^{-j\pi \sin \theta_i} e^{-2j\pi \sin \theta_i} e^{-3j\pi \sin \theta_i} e^{-4j\pi \sin \theta_i} e^{-5j\pi \sin \theta_i} e^{-6j\pi \sin \theta_i} |$$

10

$$s(t) = \sum_{i=0}^{i=n-1} x_i(t-d_i/c) u_i$$

Lorsque l'on connaît les vecteurs u_i c'est-à-dire
15 les directions θ_i , la projection du vecteur signal $s(t)$ sur ceux-ci permet de démultiplexer les signaux provenant des différentes sources. Il est ainsi possible, au moins théoriquement, de séparer autant de signaux distincts qu'il y a d'éléments dans le réseau.

20 A l'émission, en vertu du principe de réciprocité, la source x_i recevra la projection sur u_i du signal global émis par le réseau. En appliquant sur chacun des éléments une combinaison linéaire appropriée des signaux que l'on destine à chacune des sources, il est possible de faire
25 parvenir à celles-ci le seul signal qui lui est destiné.

On réalise ainsi un véritable multiplexage/démultiplexage spatial.

L'application de ce principe est illustrée sur la figure 6 à titre d'exemple non limitatif pour un réseau
30 comportant trois dipôles verticaux, référencés de A_0 à A_2 , espacés de $\lambda/2$ et placés à $\lambda/4$ d'un réflecteur métallique R. On considère, pour simplifier, que les interactions dues au couplage entre les dipôles A_0 à A_2 sont

négligeables. Les rayonnements radio-électriques en provenance de trois sources X_0, X_1, X_2 sont représentés respectivement par des traits mixtes, des traits pleins, des traits tiretés. Les azimuts de ces sources sont
 5 représentés par leurs angles $\theta_0, \theta_1, \theta_2$ entre les directions de ces rayonnements et un axe A perpendiculaire au réflecteur.

Cet exemple est généralisable à un nombre supérieur d'éléments, à des espacements différents de $\lambda/2$.

10 ainsi qu'à des éléments de caractéristiques différentes.

Le gain complexe d'un de ces éléments en fonction de l'angle θ est :

$$a(\theta) = (1 - e^{j\pi \cos \theta})$$

15 et les signaux $s_0(t), s_1(t), s_2(t)$ reçus par chacun des dipôles sont respectivement de la forme :

$$s_0(t) = x_0 a(\theta_0) + x_1 a(\theta_1) + x_2 a(\theta_2)$$

$$s_1(t) = x_0 a(\theta_0) e^{-j\pi \sin \theta_0} + x_1 a(\theta_1) e^{-j\pi \sin \theta_1} + x_2 a(\theta_2) e^{-j\pi \cos \theta_2}$$

$$s_2(t) = x_0 a(\theta_0) e^{-2j\pi \sin \theta_0} + x_1 a(\theta_1) e^{-2j\pi \sin \theta_1} + x_2 a(\theta_2) e^{-2j\pi \cos \theta_2}$$

20

ce qui peut s'écrire sous forme matricielle avec

$$x(t) = \begin{bmatrix} x_0(t-d_0/c) & x_1(t-d_1/c) & x_2(t-d_2/c) \end{bmatrix}$$

$$\begin{aligned}
 25 \quad S(t) &= x(t) \begin{bmatrix} a(\theta_0) & a(\theta_0) e^{-j\pi \sin \theta_0} & a(\theta_0) e^{-2j\pi \sin \theta_0} \\ a(\theta_1) & a(\theta_1) e^{-j\pi \sin \theta_1} & a(\theta_1) e^{-2j\pi \sin \theta_1} \\ a(\theta_2) & a(\theta_2) e^{-j\pi \sin \theta_2} & a(\theta_2) e^{-2j\pi \sin \theta_2} \end{bmatrix} \\
 &= x(t) M(\theta_0, \theta_1, \theta_2)
 \end{aligned}$$

Si $\det M \neq 0$, c'est-à-dire si les directions θ_0, θ_1 et θ_2 sont différentes, la matrice $M(\theta_0, \theta_1, \theta_2)$ a une inverse $M(\theta_0, \theta_1, \theta_2)^{-1}$ et le démultiplexage consiste à calculer cet inverse et à réaliser le produit

$$5 \quad x(t) = s(t)M^{-1}$$

ou ce qui revient au même à résoudre le système d'équations équivalent.

10 A l'émission, on utilise un réseau homothétique de celui de réception pour tenir compte, le cas échéant des différences de fréquences.

Si $r(t)$ est le signal reçu par un mobile dans l'azimut θ à la distance d et si les signaux appliqués aux différents dipôles sont $w_0(t), w_1(t), w_2(t)$ écrits pour simplifier w_0, w_1, w_2 on a :

$$15 \quad r(t-d/c) = w_0 a(\theta) + w_1 a(\theta) e^{-j\pi \sin \theta} + w_2 a(\theta) e^{-2j\pi \sin \theta}$$

Mais l'on souhaite envoyer des signaux différents $r_0(t), r_1(t), r_2(t)$ aux mobiles situés dans les azimuts $\theta_0, \theta_1, \theta_2$, pour cela, il faut appliquer aux différents dipôles des signaux w_0, w_1, w_2 satisfaisant aux relations :

$$20 \quad r_0 = w_0 a(\theta_0) + w_1 a(\theta_0) e^{-j\pi \sin \theta_0} + w_2 a(\theta_0) e^{-2j\pi \sin \theta_0}$$

$$r_1 = w_0 a(\theta_1) + w_1 a(\theta_1) e^{-j\pi \sin \theta_1} + w_2 a(\theta_1) e^{-2j\pi \sin \theta_1}$$

$$r_2 = w_0 a(\theta_2) + w_1 a(\theta_2) e^{-j\pi \sin \theta_2} + w_2 a(\theta_2) e^{-2j\pi \sin \theta_2}$$

En appelant $r(t)$ le vecteur $\begin{bmatrix} r_0 & r_1 & r_2 \end{bmatrix}$ et $w(t)$ le vecteur $\begin{bmatrix} w_0 & w_1 & w_2 \end{bmatrix}$ ceci se met sous la forme :

$$25 \quad r(t) = w(t) \begin{bmatrix} a(\theta_0) & a(\theta_0) e^{-j\pi \sin \theta_0} & a(\theta_0) e^{-2j\pi \sin \theta_0} \\ a(\theta_1) & a(\theta_1) e^{-j\pi \sin \theta_1} & a(\theta_1) e^{-2j\pi \sin \theta_1} \\ a(\theta_2) & a(\theta_2) e^{-j\pi \sin \theta_2} & a(\theta_2) e^{-2j\pi \sin \theta_2} \end{bmatrix} = w(t) M^t$$

soit

$$w(t) = r(t)|Mt|^{-1} = r(t)|M-1|t$$

5 Grâce à cette technique, il est possible d'établir sur une même fréquence plusieurs liaisons entre une station principale C et plusieurs stations secondaires.

10 Le système de radiocommunication conforme à l'invention qui est ici décrit utilise cette technique sous le contrôle du calculateur de zone 21 pour se protéger vis-à-vis des liaisons qui fonctionneraient sur la même fréquence à partir de stations principales C voisines de même que pour protéger celles-ci vis-à-vis des liaisons fonctionnant avec la station principale C
15 considérée, dans la limite où le nombre total des liaisons est, pour chaque station principale C, inférieur au nombre des éléments d'antennes et où les stations secondaires sont vues depuis les stations principales sous des azimuts suffisamment distincts.

20 Le calculateur de zone 21 gère l'attribution des fréquences aux liaisons de telle sorte que le nombre total de liaisons susceptibles d'être établies de cette manière soit très supérieur à celui qui serait obtenu avec des procédés connus.

25 Le calculateur de zone 21 possède en mémoire une table des abonnés, une table des stations principales, une table des liaisons.

30 Dans la table des abonnés", sont enregistrés les coordonnées et les indicatifs des stations secondaires M de la zone Z.

 Dans le cas où les stations secondaires sont fixes (téléphonie par voie hertzienne ou télévision interactive), cette table est établie lors de l'ouverture du service. Elle est mise à jour lors de chaque mouvement
35 d'abonné (nouvel abonnement, fin d'abonnement, déplacement

de l'abonné) par le centre de gestion 22 du réseau.

Dans le cas où les stations secondaires M sont mobiles, la table des abonnés enregistre la position et la vitesse :

- 5 - des abonnés avec lesquels une liaison est établie,
- des abonnés avec lesquels le système tente d'établir une liaison soit à la demande de l'abonné du système, soit à la demande d'un abonné de systèmes fixes.

Cette table est établie au fur et à mesure des
10 demandes d'établissement de liaisons, de l'établissement des liaisons et de leur libération. Elle est mise à jour périodiquement, avec une fréquence tenant compte de la vitesse de déplacement typique des mobiles M (par exemple toutes les 5 à 10 secondes pour des stations secondaires M
15 placées sur des automobiles).

La position des stations secondaires M mobiles qui sont en communication ou qui demandent à rentrer en communication est déterminée en permanence avec précision :

- 20 . soit au moyen d'un système de localisation radioélectrique approprié (positionnement par réception de satellites, radiolocalisation hyperbolique, dispositifs de radionavigation, etc.),
- . soit parce que cette position est déterminée par le
25 système lui-même, ledit système déterminant avec précision, en fonction des signaux reçus, l'azimut d'une station secondaire, mobile ou fixe, par rapport à une ou plusieurs stations principales voisines et, par suite, calculant la position de la station secondaire :
- 30 - par triangulation dans le cas de plusieurs relèvements,
- au moyen de ses coordonnées polaires lorsque le
35 système permet la mesure de la distance entre la station secondaire et la station principale (cas du système de radiotéléphonie mobile GSM),

. soit d'une manière générale par tout autre moyen approprié permettant de communiquer au système la position des stations secondaires.

5 La table des stations principales contient la description des caractéristiques des stations principales C nécessaires à la mise en oeuvre de la gestion dynamique de fréquences à savoir :

- le nombre de canaux disponibles pour chacune des fréquences (ou combinaisons intervalle de temps -
10 fréquence dans les systèmes fonctionnant avec des modulations à accès multiple temporel ou encore combinaisons code - fréquence dans les systèmes utilisant sur une même fréquence des codes orthogonaux) que la station est capable d'émettre ou de recevoir,
- 15 - l'écart angulaire minimal α sous lequel la station principale C doit voir deux stations secondaires M différentes fonctionnant sur la même fréquence pour pouvoir, soit les recevoir simultanément sur cette fréquence en utilisant le multiplexage-démultiplexage
20 spatial décrit plus haut, soit pour communiquer avec l'une des deux sans être perturbé par la liaison entre l'autre station secondaire M et une autre station principale C, ni perturber cette liaison,
- la position géographique et la zone de couverture
25 nominale de la station,
- la zone de brouillage de la station, c'est-à-dire la zone située au-delà de la zone de couverture et à l'intérieur de laquelle les stations secondaires M qui fonctionneraient sur la (les) même(s) fréquence(s) que
30 celles utilisées par la station principale C à l'émission ou à la réception brouilleraient ou seraient brouillées par des liaisons établies sur la (les) même(s) fréquence(s) avec une station secondaire M sans la mise en oeuvre du dispositif objet de l'invention.

35 La définition de ces deux zones peut être réalisée

au moyen de conditions exprimées sous forme mathématique dans le cas de zones peu accidentées ou par une définition géographique lorsque l'on souhaite tenir compte du relief et des constructions.

5 Cette table est établie par l'administrateur du réseau lors de la mise en service, de la modification ou de la suppression de stations principales.

 La table des liaisons donne pour chaque fréquence (ou combinaisons intervalle de temps - fréquence dans les
10 ~~systèmes fonctionnant avec des modulations à accès~~ multiple temporel ou encore combinaisons code - fréquence dans les systèmes utilisant sur une même fréquence des codes orthogonaux) la liste des liaisons station principale C - station secondaire l'utilisant.

15 Cette table est établie de manière dynamique à partir des informations transmises par les stations principales C.

 Lorsqu'une demande de liaison est émise soit par la station secondaire M, soit par un usager d'un réseau
20 fixe connecté au réseau, le calculateur de zone 21 exécute la procédure qui va maintenant être décrite et qui est illustrée sur la figure 7.

 1) A la réception de la demande de liaison (traitement 30), il détermine la position de la station
25 secondaire M à partir de la table des abonnés ou par tout autre moyen (traitement 31).

 2) Puis, il détermine à l'aide de la table des stations et de la table des liaisons la liste supposée non vide des stations principales C dont la zone de couverture
30 contient la station secondaire M (traitement 32).

 A cet effet, le calculateur 21 vérifie, dans un traitement 34, que cette liste comprend au moins une station C qui présente des fréquences disponibles en contrôlant que la station C la plus proche de la station
35 secondaire M présente des fréquences disponibles et en la

supprimant de la liste (traitement 35) si ce n'est pas le cas.

Si la liste est vide (interrogation 33) - ce qui correspond au cas où le station secondaire M hors de la zone de couverture des stations C ou au cas où les stations C sont saturées par les communications existantes, le calculateur 21 de zone renvoie le signal d'occupation à la station secondaire M appelante (traitement 42).

10 3) Ensuite, le calculateur 21 détermine la liste des fréquences disponibles à la station principale C la plus proche dans la liste établie en 2) (traitement 36) et effectue pour chacune de ces fréquences les vérifications a), b), c) suivantes.

15 a) la liaison qui serait établie avec la station secondaire M sur cette fréquence perturberait-elle des liaisons déjà établies sur cette fréquence avec d'autres stations secondaires M par la station principale C en question (interrogation 39) ?

20 Pour faire cette vérification, le calculateur 21 de zone s'assure d'abord que les autres stations secondaires M reliées à cette même station principale C sur la même fréquence sont vues par celle-ci sous un azimut différant de plus de α de celui de la station
25 secondaire M avec laquelle on projette d'établir une nouvelle liaison. Si cette vérification révèle une incompatibilité (écart d'azimut trop faible), le calculateur 21 supprime cette fréquence de la liste (traitement 38) et passe à une autre fréquence en
30 vérifiant préalablement que la nouvelle liste de fréquences obtenue est non vide (traitement 37). Si toutes les fréquences disponibles donnent le même résultat, le calculateur 21 de zone passe au 4).

b) La liaison qui serait établie avec la station
35 secondaire M sur cette fréquence perturberait-elle des

liaisons déjà établies sur cette fréquence avec d'autres stations secondaires M par d'autres stations principales C (suite du traitement 39) ?

5 A cette fin, le calculateur 21 de zone entreprend de vérifier la compatibilité de la liaison projetée avec des liaisons établies sur la même fréquence à partir des stations principales C dont la zone de brouillage contient ladite station secondaire ou mobile M. Pour ce faire, et pour chacune des stations principales C en cause, il
10 vérifie que les autres stations secondaires M reliées à cette même station principale C sur la même fréquence sont vues par celle-ci sous un azimut différent de plus de α de celui de la station secondaire M avec laquelle on projette d'établir une nouvelle liaison. Si cette vérification
15 révèle une incompatibilité (écart d'azimut trop faible), le calculateur 21 passe à une autre fréquence. Si toutes les fréquences disponibles donnent le même résultat, le calculateur 21 de zone passe au 4).

c) Les liaisons déjà établies sur la même
20 fréquence perturberaient-elles la liaison projetée (interrogation 40) ?

Pour vérifier cette condition, le calculateur 21 de zone s'assure que toutes les stations secondaires M fonctionnant sur cette fréquence avec d'autres stations
25 principales et situées dans la zone de brouillage de la station principale C provisoirement sélectionnée sont vues par celle-ci sous un azimut différent de plus de α de celui de la station secondaire M avec laquelle on projette d'établir une nouvelle liaison. Si cette vérification
30 révèle une incompatibilité (écart d'azimut trop faible), le calculateur 21 passe à une autre fréquence. Si toutes les fréquences disponibles donnent le même résultat, le calculateur 21 de zone passe au 4).

Dès qu'une fréquence satisfaisant à ces conditions

est trouvée par le calculateur 21 de zone, celui-ci donne l'ordre à la station principale C d'établir la liaison projetée avec la station secondaire M sur celle-ci et de mettre à jour la table de liaisons (traitement 41).

5 4) Si aucune fréquence ne satisfait aux conditions ci-dessus (la liste des fréquences apparaît finalement vide dans le traitement 37), le calculateur 21 de zone supprime la station principale examinée de la liste des stations (traitement 35) et reprend la procédure du

10 ~~paragraphe 3)~~ avec celle des autres stations principales dont la zone de couverture contient la station secondaire M avec laquelle on désire établir une liaison et qui se trouve la plus proche de ladite station secondaire. Cette procédure est poursuivie jusqu'à épuisement de la liste
15 des stations principales candidates à l'établissement de la liaison.

Si dans chacune des stations principales susceptibles d'établir la liaison aucune fréquence ne satisfait aux conditions du 3), le calculateur ou
20 processeur de zone 21 renvoie le signal d'occupation à la station appelante (traitement 42).

A titre d'exemple, la procédure qui vient d'être décrite permet, avec un réseau régulier de 121 stations principales, d'établir 98 liaisons simultanées sur une
25 même fréquence.

Ce résultat est à rapprocher du nombre de liaisons maximal assuré sur une seule fréquence par un réseau semblable à planification fixe utilisant 9 fréquences (cas d'un C/I_{\min} de 11 dB - voir tableau en page 2.).

30 Un tel réseau permet d'assurer un nombre de liaisons simultanées égal à :

Valeur entière de $(121/9) = 13$
soit 7,5 fois moins qu'avec le système objet de l'invention.

35 Les simulations faites dans différentes conditions

montrent que le gain en capacité sur un réseau régulier varie de 5 à 15 fois.

Des variantes de procédures sont bien entendu possibles. En particulier, d'autres choix de l'ordre dans lequel les stations principales sont examinées, peuvent, dans certaines configurations de réseaux, donner des résultats légèrement supérieurs en terme de nombre de liaisons possibles :

- c'est par exemple le cas si l'on remplace pour les traitements du paragraphe 3) le critère "station principale la plus proche" par le critère "station principale la moins chargée" au lieu de la station la plus proche de la station secondaire M (réseau dont les liaisons sont régulièrement réparties géographiquement),
- ou si on le remplace par le critère "station principale la plus chargée" (réseau dont les liaisons sont irrégulièrement réparties géographiquement).

On notera également que dans le cas de stations secondaires M mobiles, le calculateur 21 de zone intervient de deux manières :

- . en tâche de fond en analysant périodiquement la table des abonnés afin de déterminer si du fait de leur déplacement, les conditions des traitements 39 et 40 restent ou non vérifiées,
- . sur interruption pour l'établissement d'une nouvelle liaison, pour le transfert d'une liaison d'une station principale C vers une station voisine (transfert intercellulaire) ainsi que pour le changement de fréquence ou de station principale C de liaisons qui violeraient les conditions de compatibilité.

Les interruptions du premier type (nouvelle liaison) ont pour origine la station secondaire M ou le réseau fixe auquel le système est raccordé. Les interruptions du second type (transfert intercellulaire) sont issues des stations principales assurant la liaison

courante. Les interruptions du dernier type proviennent du
calculateur 21 de zone lui-même lorsque, au cours de
l'analyse périodique qu'il fait des liaisons établies, il
rencontre des incompatibilités dues aux déplacements des
5 mobiles M.

Les actions entreprises par le calculateur 21 de
zone dans le cas des interruptions sont semblables à
celles décrites en référence à la figure 7. En ce qui
concerne le traitement du paragraphe 4) correspondant au
10 cas où aucune fréquence n'est trouvée, les interruptions
des deuxième et troisième types conduisent à une
libération de la liaison en cause.

La tâche de fond peut être effectuée de manière
parallèle dans un ou plusieurs calculateurs distincts de
15 celui qui gère les interruptions.

Dans le cas d'un système de radiotélévision
interactive, les stations principales C sont les émetteurs-
récepteurs gérés par l'opérateur du réseau (centre de
gestion 21), les stations secondaires M sont les émetteurs-
20 récepteurs situés chez les téléspectateurs.

Les stations principales C émettent vers les
stations secondaires M, soit en mode diffusion (envoi du
même signal vers toutes les stations secondaires), soit en
mode interactif (envoi sous forme de datagrammes de
25 signaux différents vers chacune des stations secondaires M
qui en fait la demande). En mode interactif, la qualité et
l'intérêt du service sont directement liés à la capacité
du système.

En réception, les stations principales C sont
30 toujours en mode interactif (réception de signaux
différents provenant de chacune des stations secondaires M
qui souhaite adresser un message au réseau). Les messages
envoyés par les stations secondaires M également sous
forme de datagrammes peuvent être de plusieurs types :
35 . demandes d'éléments de programmes,

. messages correspondant à des jeux, paris, programmes éducatifs ou programmes de téléachat.

Les communications associées aux premiers correspondent à une répartition relativement uniforme dans le temps, tandis que les communications liées au second type de messages sont concentrées dans de courtes périodes et demandent, malgré la mise en oeuvre de méthodes de lissage par scrutation et de dispositions anti-collision, des capacités instantanées très importantes.

10 Le système proposé par l'invention est, en mode interactif, d'une capacité augmentée par rapport à un système qui utiliserait une répartition fixe des fréquences disponibles pour le service entre les différentes stations principales conformément à l'art
15 antérieur décrit en référence à la figure 1.

La structure générale des moyens mis en oeuvre dans le cas de la télévision interactive est semblable à celle décrite plus haut pour les autres applications.

Le fonctionnement du calculateur 21 est adapté de la façon suivante à la nature des communications. Etant
20 donné qu'il s'agit de messages le plus souvent de courte durée et qui peuvent être légèrement différés, le calculateur 21 traite par lots les demandes de liaisons généralement unilatérales.

25 A cet effet, le calculateur 21 comporte des moyens de mémorisation de type premier entré / premier sorti dans lesquels, ainsi qu'illustré sur la figure 8, les flots de demandes de liaison sont stockés en attente (traitement 44). Lorsqu'un lot de demandes est constitué, il est
30 mémorisé dans une pile P.

Le calculateur 21 de zone traite, dans une traitement 45, chacune des demandes selon la procédure décrite en référence à la figure 7, la table des liaisons étant la table des liaisons du lot considéré. En
35 particulier :

- 1) Le calculateur 21 détermine à partir de la table des abonnés la position de la station secondaire M figurant dans la demande traitée.
- 2) Puis, il détermine à l'aide de la table des stations et de la table des liaisons la liste supposée non vide des stations principales dont la zone de couverture contient la station secondaire M et qui disposent de capacité de trafic disponible. Si cette liste est vide (sortie C à l'issue de l'interrogation 33), le calculateur 21 de zone place la demande dans une pile R d'attente (traitement 46), supprime la demande de la pile P (traitement 47) et examine la demande suivante, si la pile n'est pas vide (interrogation 48).
- 3 et 4) Lorsqu'il trouve à l'issue du traitement du paragraphe 2) une liste de stations principales C non vide, le calculateur met en oeuvre les vérifications des traitements 39 et 40 de la procédure de gestion de la figure 7. En sortie B du traitement 40, la liaison n'est pas directement établie, mais est inscrite dans la table des liaisons à établir (traitement 49), puis supprimée de la pile P.
- 5) A la fin du traitement du lot, la pile P étant vide, le calculateur 21 de zone commande aux stations principales C l'établissement des liaisons de la table des liaisons obtenue (traitement 50) et envoie les messages.

Il entreprend ensuite le traitement du lot suivant (nouvelle pile P) en tête duquel sont placées les demandes en attente de la pile R (traitement 51).

- On notera que, pour les différentes variantes du système de radiocommunication qui viennent d'être décrites, il est possible, par simple intervention sur la table des stations principales mémorisée par le calculateur de zone qui constitue l'unité de gestion :
- de modifier la capacité d'une station principale

(suppression ou ajout de fréquences disponibles sur cette station principale) sans modifier les fréquences attribuées aux autres stations principales, ;

- 5 - de supprimer ou d'ajouter une ou plusieurs station(s) principale(s) dans le réseau sans modifier les fréquences attribuées aux autres stations ;
- de compléter les stations principales d'un réseau par des stations d'un réseau voisin pour assurer l'écoulement des pointes locales de communications.

REVENDICATIONS

1. Système de radiocommunication comportant un réseau de stations principales (C) d'émission et/ou de réception couvrant une zone géographique et des stations
- 5 secondaires (M) (M) d'émission et/ou de réception avec lesquelles les stations principales (C) sont aptes à établir une liaison radiofréquence dans ladite zone géographique, caractérisé en ce que les stations principales (C) comportent des moyens (10, 11) d'émission
- 10 et/ou de réception qui sont de type directionnel et en ce que le réseau comporte une unité de gestion (21) à laquelle les stations principales (C) sont reliées, ladite unité de gestion (21) comportant :
- 15 - des moyens permettant la détermination de la position d'une station secondaire (M),
 - des moyens de mémorisation de la liste des liaisons en cours ou prévues sur le réseau,
 - des moyens de traitement qui, lorsqu'une station
 - 20 secondaire (M) demande l'établissement d'une liaison ou, lorsqu'un correspondant d'un réseau relié au système de radiocommunication demande l'établissement d'une liaison avec une station secondaire (M), déterminent, en fonction de la position de cette station secondaire (M) fournie par les moyens de
 - 25 détermination de position, la liste des stations principales (C) qui desservent ladite station secondaire (M) (traitement 32), puis choisissent dans cette liste une station principale (C) présentant une fréquence disponible
 - 30 telle que la liaison à cette fréquence entre la station secondaire (M) et cette station principale ne serait pas perturbée par les différentes liaisons en cours ou prévues sur le réseau et réciproquement (traitements 34 à 40),
 - 35 - des moyens pour commander l'établissement d'une liaison

à cette fréquence entre la station principale et la station secondaire (M) (traitement 41).

2. Système de radiocommunication selon la revendication 1, caractérisé en ce que les moyens de
5 traitement

a) choisissent une station principale, dans la liste des stations principales (C) qui desservent la station secondaire (M), selon un critère de choix donné,

b) vérifient si cette station principale présente une
10 ~~fréquence disponible telle que la liaison à cette~~
fréquence entre la station secondaire (M) et cette station principale ne serait pas perturbée par les différentes liaisons en cours ou prévues sur le réseau et réciproquement (traitements 39 et 40), puis

15 c) choisissent, dans le cas où cette condition est vérifiée, cette station principale et cette fréquence pour l'établissement d'une liaison avec la station secondaire (M) (traitement 40)

et, dans le cas contraire, suppriment cette station
20 principale de la liste des stations principales (C) qui desservent la station secondaire (M), puis reprennent le traitement en a) avec la nouvelle liste ainsi obtenue (traitement 35).

3. Système de radiocommunication selon la
25 revendication 2, caractérisé en ce que la station principale (C) choisie dans a) est la station de la liste des stations principales (C) qui desservent la station secondaire (M), qui est la plus proche de ladite station secondaire (M).

30 4. Système de radiocommunication selon la revendication 2, caractérisé en ce que la station principale choisie dans a) est la station de la liste des stations principales (C) qui desservent la station secondaire (M), qui est la plus chargée en nombre de
35 liaisons déjà établies ou prévues.

5. Système de radiocommunication selon la revendication 2, caractérisé en ce que la station principale choisie dans a) est la station de la liste des stations principales (C) qui desservent la station
5 secondaire (M), qui est la moins chargée en nombre de liaisons déjà établies ou prévues.

6. Système de radiocommunication selon l'une des revendications précédentes, dans lequel les stations secondaires (M) sont fixes, caractérisé en ce que les
10 ~~moyens permettant la détermination de la position d'une~~ station secondaire (M) sont des moyens de mémorisation dans lesquels les positions des différentes stations secondaires (M) sont stockées.

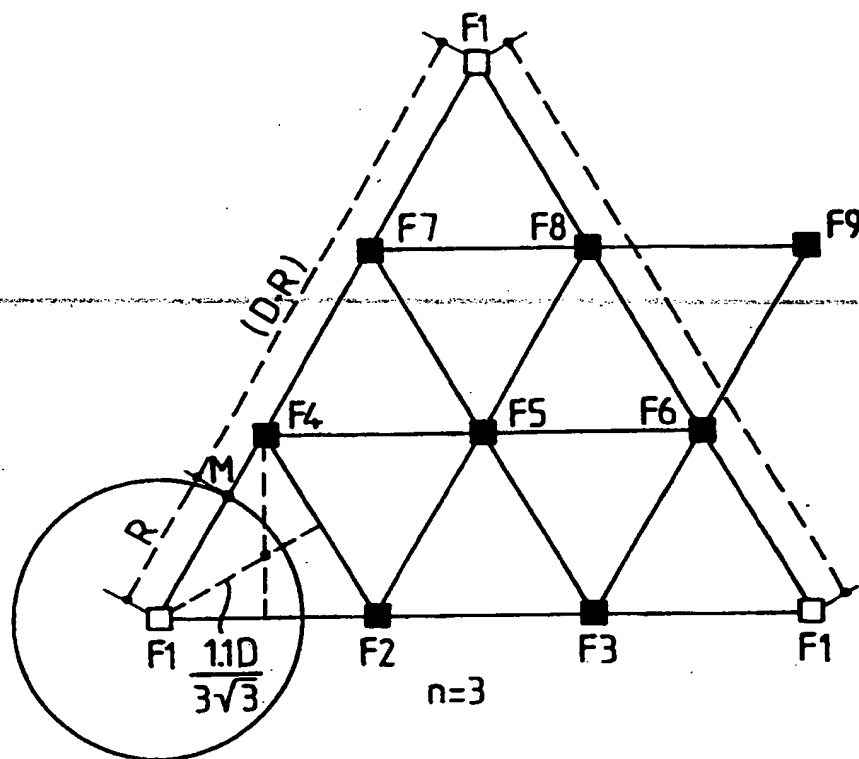
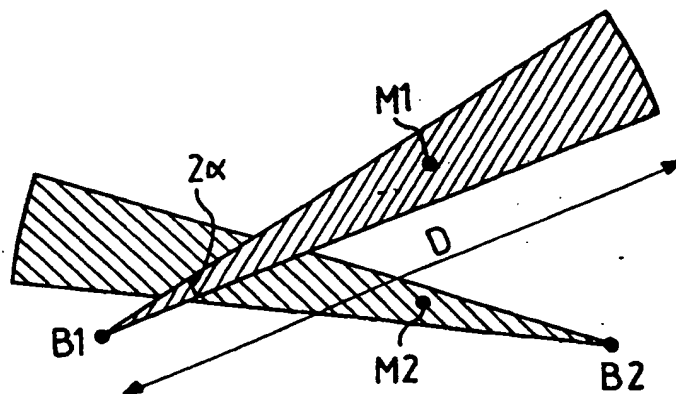
7. Système de radiocommunication avec des mobiles
15 selon l'une des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que les moyens de traitement vérifient périodiquement que les liaisons en cours ne se perturbent pas mutuellement.

8. Système de radiotélévision interactive, caractérisé en ce qu'il comporte un système de
20 radiocommunication selon l'une des revendications précédentes.

9. Système de radiocommunication selon l'une des revendications 1 à 7, notamment pour un système de radiocommunication selon la revendication 8, caractérisé
25 en ce que les demandes de liaisons sont traitées par lots par les moyens de traitement.

10. Système selon l'une des revendications 1 à 7 et 9, caractérisé en ce que l'unité de gestion comporte des moyens permettant de modifier la liste des stations
30 principales du réseau et/ou de leurs fréquences disponibles.

1/5

FIG. 1FIG. 2

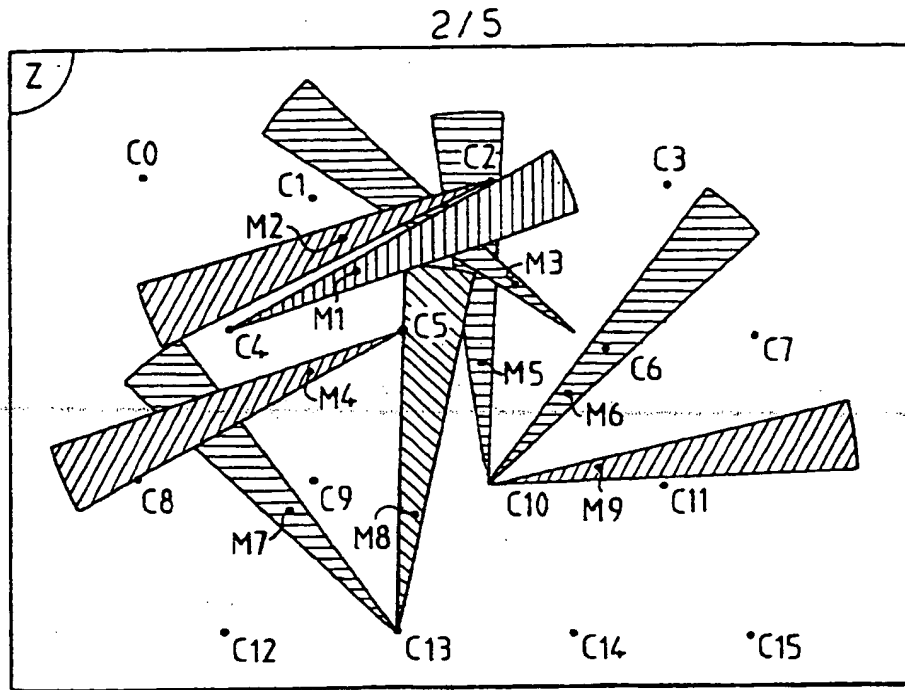


FIG. 3

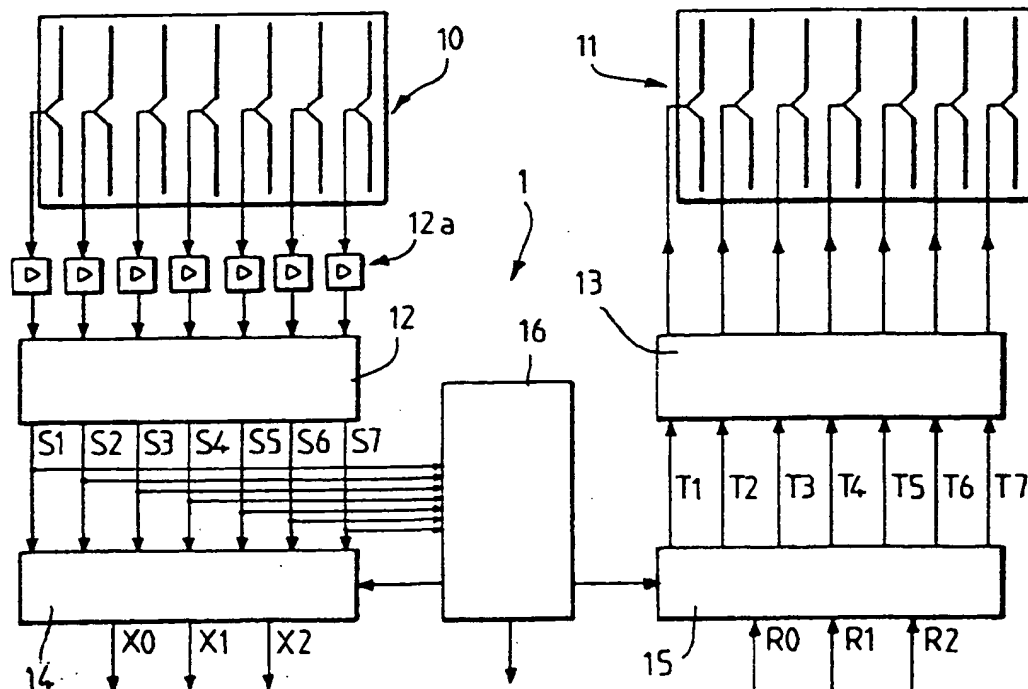
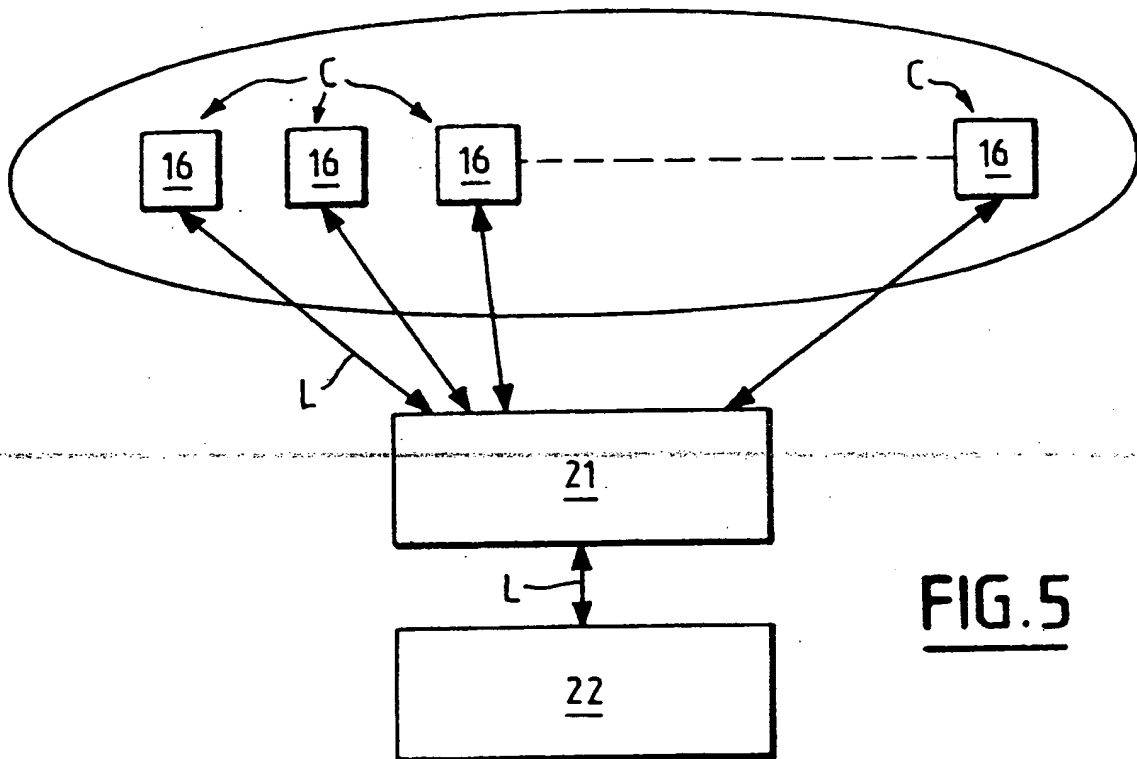
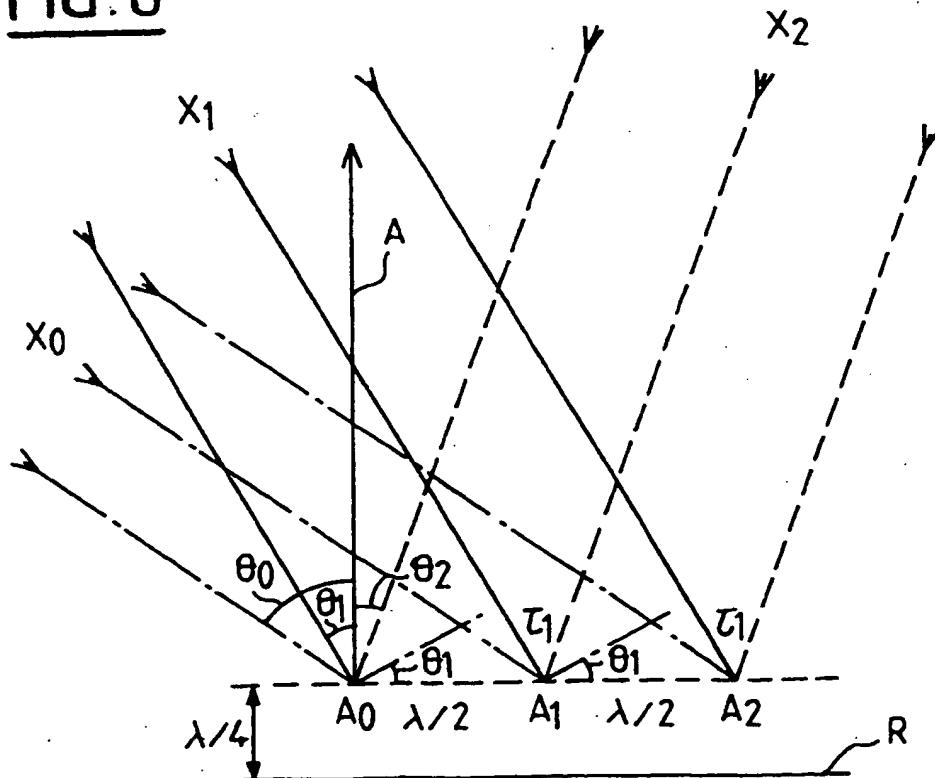


FIG. 4

3/5

FIG. 5FIG. 6

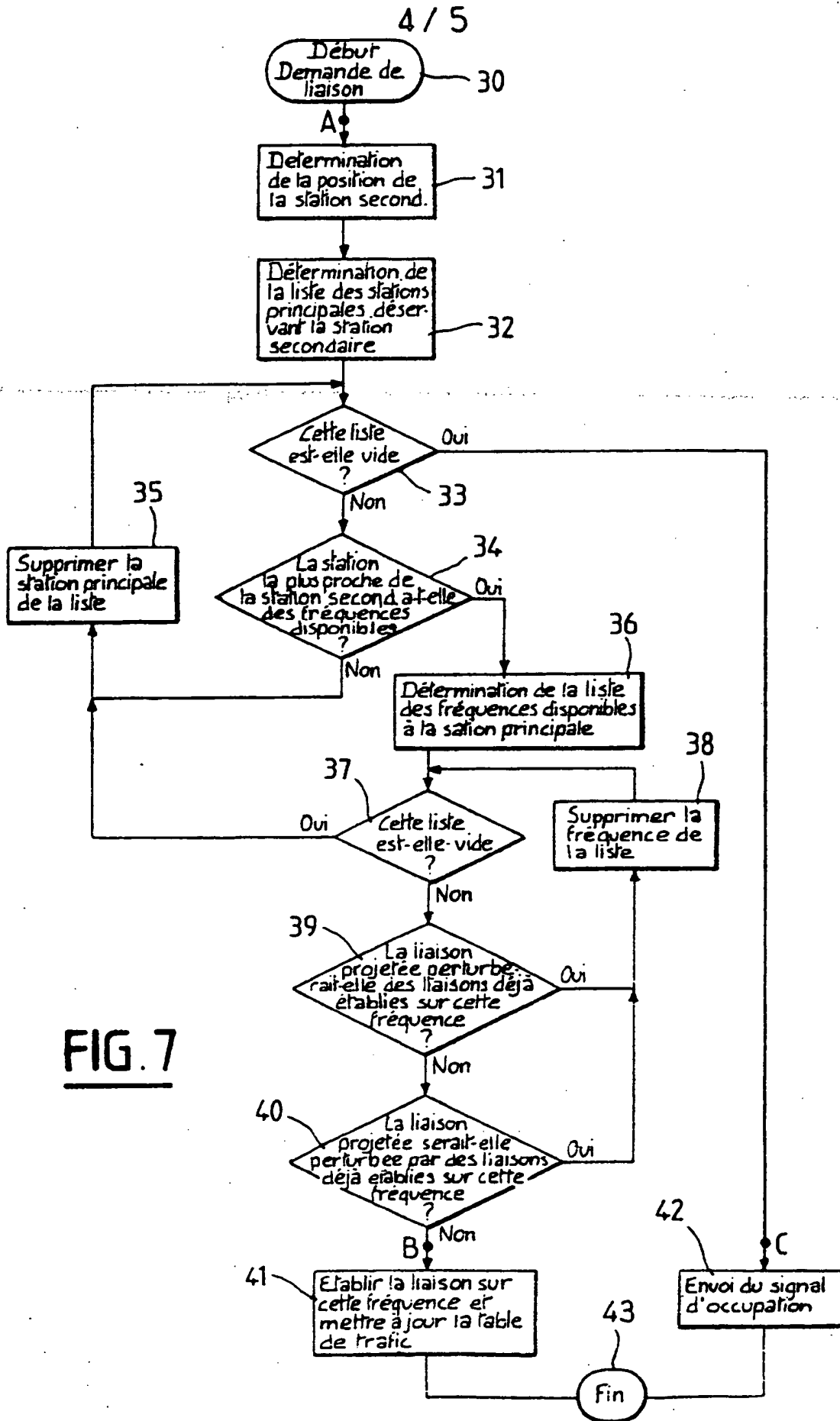
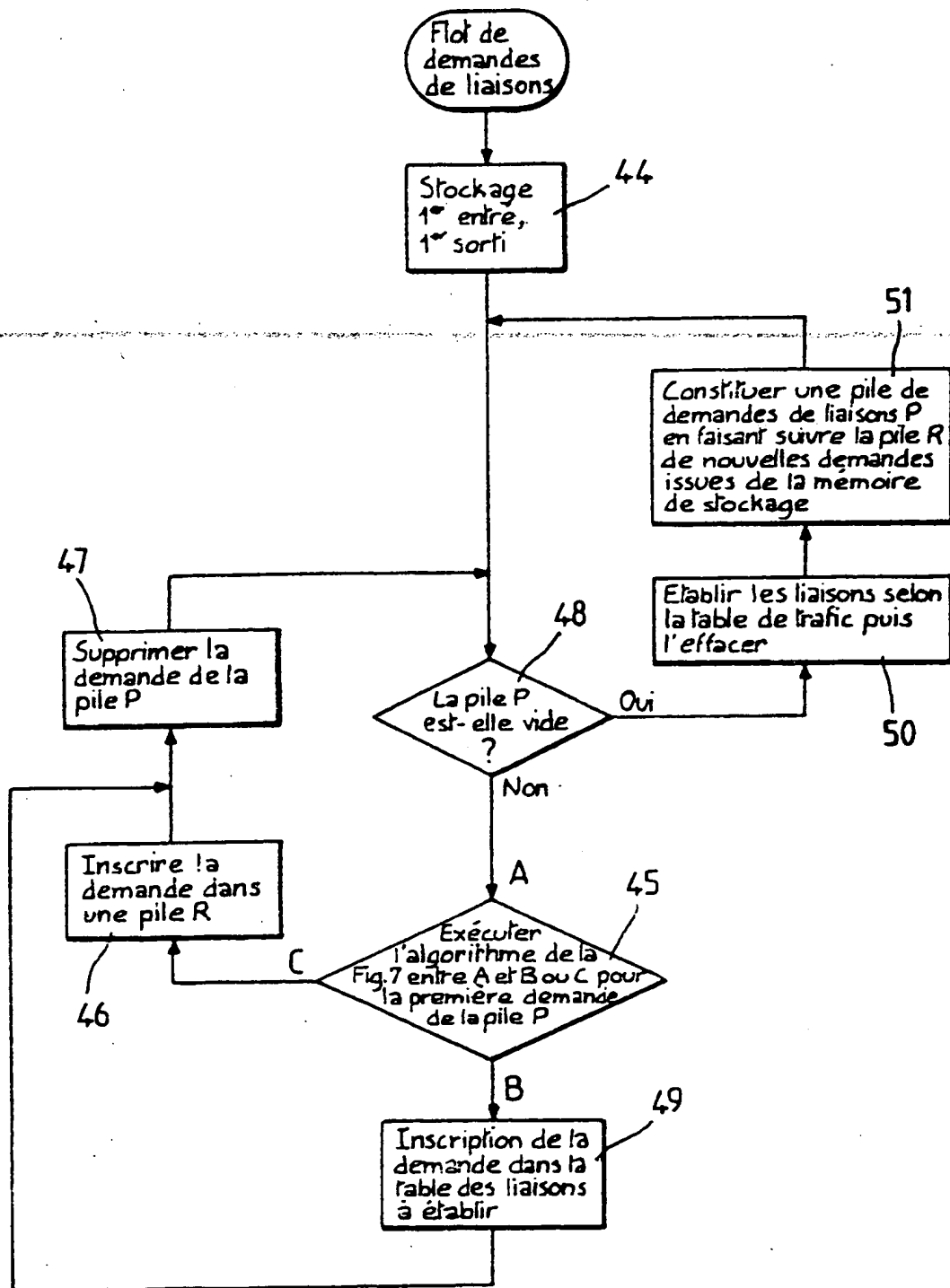


FIG. 7

5/5

FIG. 8

INSTITUT NATIONAL
de la
PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

**RAPPORT DE RECHERCHE
PRELIMINAIRE**
établi sur la base des dernières revendications
déposées avant le commencement de la recherche

FA 506832
FR 9413970

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		Revendications concernées de la demande examinée
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	
Y	WO-A-92 02996 (INVENTAHL AB) 20 Février 1992 * page 11, ligne 4 - page 12, ligne 6 * * page 13, ligne 34 - page 14, ligne 30 * * page 15, ligne 8 - page 16, ligne 1 * * page 17, ligne 14 - page 19, ligne 2 * * page 19, ligne 31 - page 20, ligne 12 * * page 25, ligne 7 - page 26, ligne 1 * * page 29, ligne 29 - page 31, ligne 17 * * page 32, ligne 18 - page 34, ligne 31 * * page 38, ligne 1 - page 39, ligne 26 * * page 41, ligne 15 - page 42, ligne 12 * * page 46, ligne 26 - page 49, ligne 6 * * page 57, ligne 15 - page 59, ligne 2; figures *	1-3,5-8, 10
Y	US-A-4 670 906 (THRO STUART W) 2 Juin 1987 * colonne 2, ligne 6 - colonne 3, ligne 5; revendications 1,4; figures *	1-3,5-8, 10
Y	WO-A-90 03071 (AAHL KARL AXEL ; NELSON JOAKIM (SE)) 22 Mars 1990 * page 4, ligne 28 - page 7, ligne 28 * * page 10, ligne 14 - ligne 36 * * page 11, ligne 20 - page 12, ligne 2 * * page 13, ligne 4 - ligne 13 *	1-3,6-8, 10
A	VEHICULAR TECHNOLOGY SOCIETY, vol. 2, 10 Mai 1992 - 13 Mai 1992 DENVER, US, pages 798-801, YASUDA ET AL. 'Autonomous Channel Assignment Control for Flexible Reuse in Mobile Radio Systems' * alinéa 3.3 *	2
Date d'achèvement de la recherche		Examinateur
8 Août 1995		Janyszek, J-M
<p>CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES</p> <p>X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : pertinent à l'encontre d'au moins une revendication ou arrière-plan technologique général O : divulgation non-écrite P : document intercalaire</p> <p>I : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant</p>		

DOMAINES TECHNIQUES
RECHERCHES (Int. CL. 6)

H04Q

EPM TC 2600

FINAL SEARCH DATE 12-4-3 RS

CLIVER TO GOVT DATE 12-4-3